

Jährlich werden wenigstens 30 Bogen nebst Beilagen in 24 Nummern ausgegeben. **Bestellungen** nehmen alle Buchhandlungen des In- und Auslandes an. Der Vierteljahrgang kostet 1 fl. 30 kr. C. M., der ganze Jahrgang 6 fl. C. M.

Zeitschrift

des

österreichischen Ingenieur-Vereines.

Ankündigungen, welche dem Zwecke der Zeitschrift entsprechen, werden aufgenommen und portofrei erbeten. Einrückungsgebühr für die gebrochene Petitzeile für einmal 4 kr., für zweimal 6 kr., für dreimal 8 kr. C. M. Adresse: Heringasse Nr. 30.

Nr. 18.

Wien, im September.

1849.

Inhalt: Anwendung der electrischen Telegraphie für den Eisenbahndienst und Einführung der Zugstelegraphie in Verbindung mit einem optischen und acustischen Signale. (Mit einer Zeichnungs-Beilage.) (Fortsetzung und Schluß.) — Ueber den Widerstand der Zapfenreibung vom Oberbaurathe F. v. Pau l. (Mit einer Zeichnungs-Beilage.) — Zeichnung der in Nr. 17, Seite 144 beschriebenen Tar-Maschine.

Anwendung der electrischen Telegraphie für den Eisenbahndienst, und Einführung der Zugstelegraphie in Verbindung mit einem optischen und acustischen Signale.

(Mit einer Zeichnungs-Beilage.)

(Fortsetzung und Schluß.)

XIII. Wenn gleich beim Eisenbahnbetriebe die Stations- und auch die Zugstelegraphie eingeführt wird, so kann desohingachtet die bisherige aber noch immer unvollkommene Signalführungsmethode für Wächter (Korb- oder Scheibensignale) nicht entbehrt werden, weil beim Verkehren der Züge, wenn auch die Instruction dem Wächter seine obhabenden Pflichten vorschreibt, und die Fahrordnung die Stunde der verkehrenden regelmäßigen Züge bekannt gibt, dennoch die auf telegraphischem Wege veranlaßten Hilfsfahrten, oder abgesendeten Separatzüge jedem einzelnen Wächter, der von deren Abgange nichts weiß, durch das optische Signal angezeigt werden müssen, damit er die Bahn frei halte.

Der Führer einer Hilfsmaschine oder eines Separatzuges, muß sich auch durch dieses Signal nicht nur die Ueberzeugung verschaffen können, daß ihm das Signal vorangegangen sei, sondern er muß auch an dem Signale erkennen, daß es wirklich seine Fahrt anzeigt und er selbe von einem Wächterhause zum andern mit voller Beruhigung fortsetzen könne; nicht minder muß er, wenn das ihm sichtbar werdende Signal einen Gegenzug anzeigt, dieses augenblicklich wahrnehmen um seinen Zug zur rechten Zeit aufhalten zu können.

Die bisherigen Korb- und Lichtsignale haben den großen Mangel an sich, daß sie bei Nebel, starkem Regen, Schneegestöber u. gar nicht gesehen, folglich nicht fortgepflanzt werden können, daher in solchen Fällen solche Anzeigen nur sehr langsam durch mündliche Mittheilung an den Ort ihrer Bestimmung gelangen.

XIV. Es wird daher folgendes, bereits practisch ausgeführte, und trotz aller Unvollkommenheiten eines ersten Versuches vollkommen entsprochene, und unter allen Witterungsverhältnissen anwendbar bleibende optische und acustische Signalelement vorgeschlagen, welches im Wesentlichen in Folgendem besteht.

Man benützt die telegraphischen Säulen, zum Tragen eines Eisen-Drahtes, welcher von einem Wächterhaus zum andern d. i. über 20 bis 24 Säulen weit, gespannt wird. An den beiden Enden desselben werden, wie die beiliegende Zeichnung Fig. 1. zeigt, schwache Ketten von 7 bis 8 Fuß Länge befestigt, welche über die Rollen a, von 6 bis 8 Zoll im Durchmesser, längs der Säule b herablaufen, und an welchen beiderseits Scheiben c c von Eisenblech als Spannungswichte angebracht sind, welche sich längs einer Leitschiene d, die mit Fett oder Seife bestrichen wird, leicht auf- und abwärts bewegen lassen. Diese Signalscheiben werden an der äußern Seite zur Hälfte oben roth, unten

weiß, an der innern aber, welche gegen die Säule gekehrt ist, oben schwarz und unten weiß mit Lackfarbe angestrichen.

An den Schubergehäusen, welche rückwärts an diesen Scheiben befestigt sind, ist ein vorstehender Zapfen e, wie er Fig. 1 und 2 ersichtlich ist, befestigt, welcher den Arm einer Glocken-Vorrichtung (Fig. 2) so in die Höhe hebt, daß das Knie i, welches an diesem Punkte in der Armspange g um einen Bolzen beweglich ist, aus seiner verticalen Lage gebracht wird.

Dadurch wird die in dem Federarme h befestigte Schneckenfeder k gleichfalls aus ihrer senkrechten Lage, wie es die punctirten Linien zeigen, weggedrückt.

Sobald nun der Zapfen e bei fortschreitender Bewegung der Scheiben nach aufwärts den Arm f losgelassen hat, so erfolgt durch die Federkraft der Schneckenfeder k ein plötzlicher Rückgang der Feder und des Armknie's, wodurch die an der Glockenfeder l befestigte Glocke in eine heftige Bewegung geräth, und längere Zeit läutet.

Auch bei dem Niederlassen der Signalscheibe e, mit ihrem Schubergehäuse sammt Zapfen erfolgt die entgegengesetzte Bewegung des Armes f i, wie Fig. 3 zeigt, und die Glocke wird gleichfalls zu läuten veranlaßt.

Der Eisen-Draht wird von einem Wächterhause zum andern 2 oder 2½ Fuß unter dem telegraphischen Leitungsdrahte, an denselben Säulen gespannt werden können, wie Fig. 4 zeigt.

Fig. 5 zeigt in Naturgröße die von glattem Eisendrahte verfertigten in den Säulen befestigten Schrauben mit offenen Defen, in welche der Draht eingelegt und im gespannten Zustande leicht ohne großen Reibungswiderstand hin und her bewegt werden kann.

Wenn mehrere telegraphische Drahtleitungen unter einander bereits angebracht sind, (die aber füglich auch nebeneinander in gleicher Höhe angebracht werden können) folglich der Eisendraht für die Signalführung bedeutend tief herabgesetzt werden müßte, so würde hiedurch bei Wegübersezungen im Horizonte der Bahn eine Schwierigkeit entstehen, welche durch kein anderes und einfacheres Mittel beseitigt werden könnte, als daß bei der Wegübersezung für den Signaldraht eine eigene Säule aufgestellt würde, um den Draht in entsprechender Höhe, wie die telegraphischen Drähte über den Weg leiten zu können.

XV. Für die Ausführung dieses optischen und acustischen Signalelements und für die Drahtspannung hierbei glauben wir einige Anmerkungen beifügen zu müssen, damit nicht durch einen empirischen Vorgang bei der Einrichtung, ein allfälliges Fehlschlagen dem Systeme zur Last gelegt werde, was nur der technischen Unkenntniß zugeschrieben werden müßte.

Es handelt sich hauptsächlich darum,

1. Die Einrichtung so zu treffen, daß die Signalscheibe bei den beiden Wächterhäusern, durch das Herabziehen derselben längs der Schieberstange bei dem einen Wächter genau denselben Weg nach ab-

wärts, wie bei dem anderen Wächter nach aufwärts zurücklege, damit nebst dem Anschlagen der Glocke, auch das normale optische Signal bewirkt werde; dieß kann

2. nur durch eine entsprechende Spannung des Drahtes, folglich

3. durch ein der Spannung und dem Reibungswiderstande des Drahtes in seinen Auflagen entsprechendes Gewicht der Signalscheiben erzielt werden, daher

4. diesen Anforderungen und den Entfernungen der Wächterhäuser entsprechend, die nöthige Drahtstärke gewählt werden muß.

Diese 4 Bedingungen sind als von einander abhängige Functionen anzusehen, weil eine der andern entsprechen muß, wenn die Signaleinrichtung den Anforderungen genügen soll; denn der Wächter Nr. 2 würde seine Scheibe herabziehen können, ohne daß sich jene beim Wächter 3 nur im Geringsten bewegen würde, wenn die Spannung der Drähte nicht entsprechend hergestellt ist, und die Summe der Differenzen zwischen den Längen der einzelnen Curven und ihrer Sehnen, von einer Säule zur anderen, bedeutend größer ist als der Raum, welchen die Signalscheibe abwärts macht.

Es würde somit bei einer zu geringen Spannung des Drahtes entweder, wie eben gesagt, die Scheibe des Nachbarn nicht bewegt werden, oder andern Falls eine zu große Spannung würde den Draht zum Reißen bringen. Den Signalscheiben muß daher genau das erforderliche Gewicht gegeben werden, oder eine Gewichtsausgleichung geschehen. Dieselben Uebelstände werden herbeigeführt, wenn dem Drahte nicht die entsprechende Stärke, den Rollen, über welche zunächst die an den Scheiben befindlichen Ketten laufen, zu kleine Dimensionen gegeben würden, oder wenn man wohl gar die Ketten ersparen, und den Draht selbst über die Rollen spannen wollte; oder wenn die Entfernungen der Wächter allzugroß gewählt und ausgetheilt würden, und wenn nicht auf viele und starke Krümmungen der Bahn bei der Auftheilung der Signale, somit auf die vermehrten Reibungswiderstände des Drahtes gehörige Rücksicht genommen würde. Im Allgemeinen dürfte als Norm angenommen werden, daß bei langen geraden Linien, 20 bis 26 Säulenlängen (zu 25° Zwischen-Distanz), bei mehrmal gekrümmten Bahnstrecken 16 bis höchstens 20 Säulenlängen für die Entfernungen von den Signaleinrichtungen nicht überschritten werden sollten.

Wird also die Distanz von 20 Säulenweiten für die Signalentfernungen angenommen, und den Signalscheiben, damit sie deutlich gesehen werden können, ein Durchmesser von 3 Fuß (36 Zoll) gegeben, so ist ad 1 der Weg, den die Scheibe an der Schubstange aus ihrem Normalstande nach auf- oder abwärts machen muß, jedesmal 3 Fuß.

Wenn H die Sehnenlänge, L die Curvenlänge bedeutet, so muß die Spannung des Drahtes so berechnet und ausgeführt werden, daß bei 20 Säulenweiten $20(L - H) = 3$ Fuß werde, folglich $L - H = \frac{3}{20}$ Fuß nicht übersteigt. Da $H = 25^\circ = 150$ Fuß ist, so muß also die Bogenlänge $L = \frac{3}{20} + 150 = 150.15$ Fuß betragen. Dieser Länge wird eine Einsenkung des Bogens f entsprechen, welche aus der Formel

$$f = \frac{1}{4} \sqrt{(L - H) 6 H} = \frac{1}{4} \sqrt{0.15 \cdot 6 \cdot 150}$$

somit $f = 2.9$ Fuß gibt.

Man wähle einen Eisendraht von $\frac{3}{4}$ Linie Durchmesser, dessen Gewicht für eine Spannweite von 150 Fuß bei 2 Pfd. beträgt, folglich für die 20 Säulen oder 500° Länge 40 Pfd. und pr. Meile 320 Pfd. erforderlich wird. Es wird also jeder Currentfuß dieses Eisendrahtes mit $p = 0.013$ Pfd. die Curve belasten, und die Spannung eines Bogens des Drahtes mit 2.9 Fuß Einsenkung wird betragen

$$Q = \frac{p h^2}{4 f} = \frac{0.013 \cdot 150^2}{4 \cdot 2.9} = 25.6 \text{ Pfd.}$$

Demnach muß jede Signalscheibe ein Gewicht von 25 Pfund haben, um obige Spannung zu bewirken; und falls sie ein geringeres Gewicht haben sollte, so muß der Abgang mit zugehängten Gewichten ausgeglichen werden.

Es dürfte dieses Gewicht noch um etwas vermehrt werden, um den Reibungswiderstand in den Oesen zu überwinden, welcher in geraden Linien etwas geringer, bei Linien mit starken Krümmungen aber größer wird, jedoch nie bedeutend ist, welche Zulage bei der Ausführung durch Versuche ermittelt werden muß. Den Rollen, über welche die Ketten mit den daran eingehängten Signalscheiben sich leicht bewegen müssen, muß wenigstens ein Durchmesser von 5 bis 6 Zoll gegeben werden.

Da ein $\frac{3}{4}$ Linien dicker Draht eine absolute Festigkeit von mindestens 600 Pfund besitzt, von welcher mit voller Sicherheit $\frac{1}{3}$ mit 200 Pfund in Anspruch genommen werden kann, so sieht man, daß man ohne Anstand die Gewichtszulage der Scheibe anhängen darf, ohne ein Reißen besorgen zu müssen. Der Einfluß der Temperatur aber darf im Winter nicht übersehen werden, denn das Eisen erleidet bei 1° Temperatur-Differenz eine Veränderung von $\frac{1}{33000}$ seiner Länge, folglich kann bei einer Temperatur von -15 oder 20 Grade der Draht, wenn er bei einer hohen Temperatur von $+20$ Grad normal gespannt worden, bedeutend verkürzt, somit die Spannung auch bedeutend vermehrt werden, so zwar, daß die Scheiben als Spannungsgewichte hoch über ihren normalen mittleren Standpunkt hinaufgezogen würden, weil die Verkürzung eines 3000 Fuß langen Drahtes bei 40° Temperatur-Differenz $= \frac{1}{33000} \cdot 3000$ nahe 2 Fuß beträgt. Demnach müssen die Wächter verpflichtet werden, vorzüglich beim Eintritt niedrigerer Temperatur, die Signalscheiben täglich auf ihren normalen Standpunkt zu stellen, indem sie dieselben um einige Glieder der hinlänglich langen Kette niedriger, bei höherer Temperatur aber höher hängen, und auf diese Art immer in der Mitte der Schubstange erhalten, um die entsprechenden Zeichen mit Präcision geben zu können.

Was die Kosten dieses Signalelements anbelangt, so werden solche für jedes Wächterhaus à 500 Klafter Durchschnittsentfernung von einander gerechnet, wie folgt, ausgewiesen:

40 Pfd. Draht à 20 fl. pr. Ztr.	8 fl.
160 Draht-Oesen mit Schrauben à 3 fr.	8 "
Signaleinrichtung mit 2 Scheiben und Glockenapparat . . .	12 "
Arbeitskosten für den Draht und die Aufstellung	6 "
Zusammen	34 fl.

und 8 Wächterhäuser per Meile gerechnet, ergibt die Kosten per Meile 272 fl.

Dieß wären die hauptsächlichsten Beobachtungen, auf welche bei der Ausführung dieses optisch acustischen Signalelements Rücksicht zu nehmen sein würde, welches wie schon oben nachgewiesen wurde, bei dem Eisenbahnbetriebe ohngeachtet der telegraphischen Einrichtungen nicht entbehrt werden kann.

XVI. Es sind zwar schon acustische Wächtersignale mit der electrischen Telegraphie in Verbindung gebracht, in Anwendung, die wir später besprechen werden, allein eines Theils leidet dadurch die Einrichtung der telegraphischen Correspondenz durch einen schleppenden Gang der Mittheilungen, andererseits sind hierbei complicirte Uhrwerke in Anwendung, die öfteren Reparaturen wie jedes Uhrwerk unterliegen, und nur durch Mechaniker oder Uhrmacher hergestellt werden können. Uebrigens lehrt die Erfahrung, daß für die Classe der Bediensteten, zu welcher die Bahnwächter gezählt werden, einfache Signalmittel, die von den bisherigen beinahe gar nicht abweichen, und deren Gebrechen durch die Bahnwächter selbst sogleich wieder herzustellen sind, als die anwendbarsten und vorzüglichsten sich bewähren, und alle complicirteren Mittel sich mehr oder weniger unpractisch erweisen.

XVII. Wir übergehen daher zu dem Gebrauche der oben beschriebenen optischen und acustischen Signalmittel.

Das bisherige Korb- und Lichtsignal wird in folgender Weise angewendet.

A. Wenn ein Separatzug angezeigt wird.

bei Tag durch Aufzug des Korbes	in der Nacht mit der Signallaterne und rothem Licht.
------------------------------------	--

B. Wenn eine Hilfsmaschine gerufen wird von unten.

bei Tag durch Aufzug des Korbes sammt Fahne unten.	in der Nacht mit der Signallaterne und grünem Licht.
--	--

C. Wenn eine Hilfsmaschine gerufen wird von oben.

bei Tag Durch Aufzug des Korbes sammt Fahne oben.	in der Nacht wie B durch das sichtbare Licht.
---	--

Diese bisherigen sub **A**, **B** und **C** beschriebenen und auch noch mehrere andere Zeichen können viel sicherer und bestimmter mit diesen Drahtzugs-Scheiben und dem Glockensignal gegeben werden. In der Zeichnung, Fig. 6, sind die nacheinander folgenden Säulen Nr. 1 2 3 4 etc. die Signalsäulen bei den Wächterhäusern, somit muß man sich zwischen je 2 Signalsäulen noch 20 bis 24 Tragsäulen eingeschaltet denken. Mit diesem Signalelement können die Zeichen bei Tag und Nacht, bei dichtem Nebel, Regen und Schneegestöber, wo das bisherige Korb-signal durchaus unwirksam und unbrauchbar bleibt, mit der größten Präcision gegeben werden, und es verbindet den wesentlichen Vortheil, daß es sowohl dem Bahnwächter als dem Locomotivführer die überzeugendste, beruhigende Gewißheit gewährt, daß das Signal weiter fortgepflanzt worden ist, und daß aus dem Zeichen selbst sogleich erkannt werden kann, von welcher Seite der Zug oder die Fahrt angemeldet wird.

Das Verfahren der Bahnwächter hierbei ist folgendes:

Im normalen Zustande hängen die Signalscheiben zu beiden Seiten der Säule in gleicher Höhe, in der Mitte der Schuberschiene, und decken sich so, daß dem Locomotivführer nur eine rothweiße Scheibe sichtbar ist, wie bei Säule Nr. 1.

Soll nun das Zeichen, z. B. vom Wächter Nr. 2, über 3, 4 etc. fortgepflanzt werden, um einen Separatzug oder eine abgehende Hilfsmaschine anzuzeigen, was für den Wächter einerlei ist, weil er bloß die Bahn frei zu halten hat, so muß zur Signalisirung

XIX. ad A. eines Separatzuges,

1. der Wächter Nr. 2 seine gegen 3 gekehrte Scheibe **b** herabziehen, wodurch jene **a** bei 3 in die Höhe steigt, und die Glocke zugleich zum Läuten veranlaßt.

2. Der Wächter 3, der durch den Glockenschlag herbeigerufen worden ist und sogleich steht, von welcher Seite das Zeichen kam, zieht seine Scheibe **b** herab, hebt dadurch jene **a** bei Nr. 4 in die Höhe, und gibt auch gleich darauf sein Gegenzeichen, als Beweis seiner Anwesenheit dadurch zurück, daß er seine in der Höhe befindliche Scheibe **a** wieder auf den normalen Stand herabzieht, folglich jene **b** bei Nr. 2 in ihre normale Höhe hebt, wodurch Wächter 2 die Ueberzeugung erlangt, daß sein gegebenes Zeichen weiter fortgepflanzt worden ist.

3. Hierauf muß Wächter 2 abermal seine Scheibe **b** herabziehen, und somit jene **a** bei Nr. 3 heben, in welcher Lage beide belassen werden, bis der Separatzug, oder die Hilfslocomotive das Wächterhaus Nr. 3 passiert hat.

4. Ist der Zug vorüber, so stellt Wächter Nr. 3 die Scheibe **a** wieder in ihren normalen Stand herab. Ein ganz gleiches Ver-

fahren wird zwischen Wächter Nr. 3 und 4, 4 und 5 u. s. w. stattfinden.

5. Dauert es längere Zeit, 1, 2 oder 3 Minuten, ohne daß der aufgerufene Nachbarwächter durch das Normalstellen der Scheiben sein Gegenzeichen zurückgegeben hätte, und dadurch die geschehene Fortpflanzung des empfangenen Zeichens anzeigt, so muß der aufrufende Wächter, durch Heben seiner Scheibe **b** und wieder Herabziehen derselben, wobei jedesmal die Glocke bei seinem Nachbar zu schlagen veranlaßt wird, den Aufruf, und zwar so lange wiederholen, bis Letzterer seine Anwesenheit durch das obige vorgeschriebene Gegenzeichen kundgibt.

6. Ohne daß Wächter 2 das Gegenzeichen zurückgehalten hat, darf er, wenn der Zug inzwischen angekommen wäre, denselben nicht weiter passieren lassen, vielmehr muß er, wenn binnen 4 — 5 Minuten kein Gegenzeichen erfolgt, was wohl nur durch außerordentliche Fälle eintreten kann, Jemanden aufstellen, der den Zug anzuhalten hat, und selbst sogleich eiligst abgehen, um den Nachbar bei der Nacht zu wecken, oder den Dienst für den Abwesenden zu verrichten, worauf der Zug seine Fahrt fortsetzen darf.

7. Ist ein Hinderniß vorhanden, und der Wächter Nr. 3 will anzeigen, daß der Zug nicht weiter fahren soll oder darf, somit von Wächter 2 anzuhalten sei, so zieht er statt des gewöhnlichen Gegenzeichens seine Scheibe **a** bis auf den tiefsten Punkt, wie bei Nr. 3 Scheibe **b** steht, herab, und hebt somit bei Nr. 2 die Scheibe **b** über den Normalstand auf den höchsten Punkt, wodurch das Zeichen gegeben wird, daß nicht weiter gefahren werden darf.

8. Der Zug muß so lange bei dem Wächter Nr. 2 warten, bis Wächter Nr. 3 nach beseitigtem Hinderniß seine Scheibe **a** von dem tiefsten Punkte wieder auf den höchsten hebt, oder vielmehr das gewöhnliche Signalzeichen für die freie Fahrt gibt.

9. Wenn der Aufenthalt länger gedauert hätte, und es käme inzwischen ein regelmäßiger oder Separat-Gegenzug von der anderen Seite, welche beide Züge bei einer eingeleistigen Bahn einander nicht ausweichen können, so gibt Wächter 3 durch ein doppeltes Zeichen, nämlich Herabziehen, Heben und Widerherabziehen seiner Scheibe **a** das Zeichen, daß der bei 2 befindliche Zug zur nächsten Ausweiche zurückkehren muß, wenn der Gegenzug der bevorzugte ist, anderen Falls müßte er dasselbe Zeichen mit der Scheibe **b** seinem Nachbar Nr. 4 geben, welcher den Gegenzug zur Rückkehr in die nächste Station anweisen müßte.

Man sieht also, daß mit diesem Signalmittel viel mehr und verlässlichere Zeichen gegeben werden können, als mit dem sub **A** beschriebenen gewöhnlichen optischen Korb-signalen.

XX. ad B. Bezüglich des Nothsignals, so wird dieses bei der Zugstelegraphie ganz weggelassen; weil vom Zuge aus die Hilfe auf telegraphischem Wege herbeigerufen wird, und da es für den Wächter gleichgiltig ist, ob eine Hilfsmaschine allein, oder ob ein Separatzug passieren soll, so ist eine von ersterer abweichende Signalisirung, die übrigens auch möglich wäre, gar nicht notwendig.

Was endlich

XXI. ad C. das Zeichen, woher der Zug kommt, anbelangt, (was bei dem gewöhnlichen Korb-signal bisher gefährliche Mißverständnisse herbeiführen konnte), so ist kein verlässlicheres Zeichen durch irgend eine andere Vorrichtung denkbar, da das Signal weder den Wächter, noch den Locomotivführer in Zweifel lassen kann, von welcher Seite es gegeben wurde. Der durch das Glockengeläute herbeigerufene Wächter erkennt an der Scheibe, welche gezogen wurde, sogleich, woher das Zeichen kam, und da die Signalscheiben von Außen roth und weiß, von Innen aber schwarz und weiß lackirt sind, so wird der Locomotivführer nach der Stellung der Signalscheiben, und der Farben, die ihm sichtbar sind, sogleich erkennen, und zwar:

1. wenn er nur eine oben roth unten weiße Scheibe sieht, wie Fig. 6 Nr. 1, daß das seine Fahrt anzeigende Signal nicht weiter gegangen ist, er somit die Fahrt nicht weiter fortsetzen darf.

2. Wenn er 2 Scheiben übereinander, und zwar die obere roth und weiß, die untere schwarz und weiß sieht, wie Fig. 6 Nr. 3 zu sehen ist, so weiß er, daß seine eigene Fahrt wirklich signalisirt worden ist, und er mit voller Sicherheit selbe fortsetzen kann.

3. Wenn er abermal 2 Scheiben übereinander, jedoch die obere schwarz und weiß, und die untere roth und weiß erblickt, so erkennt der Locomotivführer, daß dieß Zeichen einen Gegenzug anzeigt und er daher augenblicklich den Zug anzuhalten habe.

XXII. Nachdem durch diese Andeutungen über die Errichtung und den Gebrauch dieses Signalelements nachgewiesen worden, wie nothwendig, aber auch wie vollkommen ausreichend dasselbe für den Eisenbahnbetrieb sich erweist, so erwähnen wir noch eines ähnlichen acustischen Signalelements, welches zugleich mit dem telegraphischen Drahte in Verbindung steht, folglich keinen separaten Draht bedarf und wobei durch den galvanischen Strom das acustische Signal gegeben und das optische durch die Signalwächter besorgt wird.

Ein solches galvanisches Läutesignalelement ist an der Stargard-Posener Eisenbahn, durch den Dr. Kramer aus Nordhausen ausgeführt worden und im Gebrauche.

Wir wollen diese Einrichtung, dann die Vor- und Nachtheile dieses Systems, in Vergleich zum oben vorgeschlagenen optisch-acustischen Signalelement anführen und näher beleuchten.

Einrichtung.

XXIII. Dieses Signalelement steht mit der Eisenbahntelegraphie dieser Linie in engster Verbindung, indem ein und derselbe Kupferdraht, zu der telegraphischen Correspondenz und zu dem Läutesignalelement benutzt wird, daher dieser durch jedes Wächterhaus längs der Linie durchgeleitet wird, und wo er mit einem Electromagnet in Verbindung steht, welcher bei dem Durchströmen der galvanischen Electricität einen Anker anzieht, wodurch ein Uhrwerk losgelöst, und ein Hammer in Bewegung gesetzt wird, der an die ober dem Wächterhause angebrachte Glocke anschlägt, und dadurch gleichzeitig alle Wächter von dem Abgehen eines Zuges aus der Station avisirt.

Das Verfahren hierbei ist folgendes:

1. Auf der genannten Bahnlinie kann nur von Station zu Station telegraphirt werden, weil in jeder Station der electrische Draht mit der Erde in Verbindung gebracht ist; daher ist auch eine ganz geringe galvanische Kraft für den Sprechapparat nothwendig, welche alle Wächterhäuser-Electromagnete durchströmt, ohne daß der Anker angezogen und das Läutesignal losgelöst würde.

2. Sobald aber ein Train aus der Station abgeht, so wird durch einen Druck auf eine Taste, welche eine viel kräftigere Batterie mit der Sprechbatterie in Verbindung setzt, gleichzeitig das Läute-Uhrwerk bei sämtlichen Wächtern der Linie durch den kräftigen Batteriestrom losgelöst, indem der Electromagnet den Anker an sich zieht und die Loslösung bewirkt.

3. Um den Wächtern anzuzeigen, von welcher Seite der Zug kommt, wird in der einen Richtung nur einmal, in der anderen aber zweimal mit $\frac{1}{2}$ Minute Zwischenzeit, geläutet.

4. Die Wächterhäuser müssen so vertheilt und von einander entfernt sein, daß von einem Wächter zum andern gesehen werden kann und der Wächter sein eigenes oder das Geläute seines Nachbarn hören muß.

5. Die Wächterstrecken müssen so vertheilt sein, daß, sobald der Train diese deutlich kenntliche Grenze des einen Wächters passiert hat, man schon das nächste Wächterhaus sehen und die Ueberzeugung erlangen kann, daß der nächste Wächter auf seinem Posten sich befinde.

Die weiteste Entfernung ist 400 Ruthen (660°), die normale aber 330 Ruthen (500°).

6. So wie die Glocke das Zeichen gibt, verfügt sich der Wächter auf seinen Posten, und zieht bei Tag einen an einer Stange angebrachten telegraphischen Arm, in der Nacht eine Signallaterne auf, damit der Locomotivführer avisirt wird, daß die Bahn in Ordnung und fahrbar sei, dann schließt er bei den Wegübersezungen die Schranken und zieht einen Korb auf, damit diese Schließung dem Locomotivführer und dem Publikum angezeigt werde.

Wenn ein Wächter das Läuten überhören sollte, so wird er doch durch das aufgezugene Zeichen seines Nachbarn aufmerksam gemacht, daß der Zug signalisirt sei.

7. Wenn wirklich der Apparat in einem Wächterhause nicht in Ordnung wäre, so erhält nur dieses kein Signal, jedoch alle anderen werden selbes erhalten.

8. Für den Fall, daß ein Stationsapparat in Unordnung, oder die Drahtleitung zerstört wäre, so wird die Auslösung des Läutesignals durch gezogene Schnüre von einem Wächter zum andern bewirkt, und die optischen Signale wie oben gegeben.

9. Zur Herbeirufung der Hilfsmaschine, befindet sich bei jedem Zuge ein Hilfstelegraphen-Apparat, welcher bei jedem Wächterhause in die Leitungslinie eingeschaltet und dann nach beiden Seiten telegraphirt werden kann.

Die Vortheile,

welche dieses Läutesignalelement gewährt, wurden wie folgt, angegeben:

- a) Die ermöglichte größere Entfernung der Wächterhäuser bis auf die oben ange deutete Maximalgränze von 600 Klafter.
- b) Das Signal kann durch einen faumseligen Wächter nicht aufgehoben werden.
- c) Der Arbeiter kann länger arbeiten, da man leicht berechnen kann, wie lange der Zug noch ausbleibt, besonders wenn Verspätungen eintreten.

Die Kosten

eines Läutewerks mit Aufstellung auf dem Wächterhause sammt allem Zubehör werden praeter propter auf 85 bis 90 Rthlr., circa 130 fl. C. M. angegeben, somit per Meile 1040 fl.

Wenn man diese beiden Signalelemente mit ihren Vortheilen, die sie gewähren, zu einander vergleicht, so erscheint der Abgang eines Vortheils oder die beschränkte Anwendung des Signalelements bei dem letzteren Systeme, zugleich als ein Mangel und Nachtheil desselben im Vergleich gegen das erstere hier vorgeschlagene. Wir werden demnach an diesem galvanischen Signalelement folgende Mängel wahrnehmen, und zwar:

1. Dieses galvanische Signalelement, welches mit Benützung des telegraphischen Leitungsdrahtes betrieben wird, und von Station zu Station Erdverbindungen bedingt, gestattet nur einen beschränkten Gebrauch der telegraphischen Correspondenz von Station zur Station, welche jede von einem Endpunkte zum andern fortzupflanzende Mittheilung durch die stationsweise Uebertelegraphirung sehr schleppend macht, daher der telegraphischen Correspondenz hinderlich ist.

2. Diese Einrichtung erfordert in jeder Station doppelte, und mit Rücksicht auf die erforderliche Reserve wenigstens 3 wo nicht 4fache telegraphische Apparate, daher erfordert sie eine kostspieligere telegraphische Einrichtung.

3. Diese Signaleinrichtung ist, wenn sie gleich keinen eigenen Leitungsdraht erfordert, dennoch in dem Verhältnisse wie 1040:272, daher 3-mal kostspieliger als das vorgeschlagene Signal.

4. Da für die telegraphische Correspondenz schwächere, für das Signal aber bedeutend stärkere Batterien in Anwendung kommen müssen, so muß jedem Läutesignal das 2-fache zur Ausschaltung des Sprech-

apparates vorausgehen, weil sonst, je nach der Construction der Apparate, dieselben, wenn der electrische Stromwechsel hierbei benützt wird, durch den kräftigeren Strom, freilich nur auf kurze Zeit, unbrauchbar gemacht würden.

5. Da zur Auslösung der Läutevorrichtung, eine bestimmte constante electrische Kraft, die zur Erzeugung der Electromagnete nie klein sein kann, erforderlich ist, so müssen zur Sicherheit der richtigen Auslösung immer Batterien in Anwendung kommen, die eine größere Kraft als erforderlich besitzen, weil letztere im Gebrauche immer an Kraft verlieren.

6. Da jedes Uhrwerk mehr oder weniger gebrechlich, von Zeit zu Zeit Reparaturen erfordert, so muß, abgesehen von den dadurch entstehenden Störungen, ein eigener Uhrmacher die Ueberwachung erhalten, wodurch die Einrichtung gleichfalls kostspieliger wird.

7. Wird bei diesem Systeme nur das acustische Signalement wirksam, das optische aber von der Wachsamkeit des Wächters abhängig, während bei dem vorgeschlagenen beide vereint wirken.

8. Ist das Signal, woher der Zug kommt, durch ein oder zweimaliges Läuten nicht so sicher und deutlich, als bei dem Vorgeschlagenen, denn bei heftigem Wind kann der Wächter das einmalige und auch das zweimalige Läuten überhören und wird durch nichts anderes aufmerksam gemacht.

9. Die Station hat nie die Gewißheit, daß ihre gegebenen Zeichen von jedem Wächter empfangen worden, während bei dem vorgeschlagenen jeder Zeichen gebende Wächter die vollkommenste Ueberzeugung erlangt, daß das Zeichen, und zwar von Wächter zu Wächter fortgepflanzt wurde.

10. Das Läutesignal ist nur den Stationen dienlich, gestattet nur eine einzelne Verständigung aber einen einmaligen gleichzeitigen Aufruf, der nur von der Station ausgeht, während bei dem vorgeschlagenen Signal, welches jedem einzelnen Wächter zu Gebote steht, mehrfache Verständigungen möglich sind, und jeder Wächter nach beiden

Seiten signalisiren kann, um einen fahrenden Zug anzuhalten, ihn zur Zurückfahrt anzuweisen oder von den beseitigten Hindernissen zu avisiren, wie es sub 7, 8, 9 (Anweisung zur Handhabung des Signals) angeführt wurde.

11. Die Hilfswächter können bei diesem Läutesignal nicht, bei dem vorgeschlagenen aber ohne Anstand erspart werden.

12. Wird bei dem Läutesignal gleichfalls das Auskunftsmittel einer separaten Schnur zum Behufe der Auslösung der Läutevorrichtung für Fälle der unterbrochenen telegraphischen Leitung als Reserve vorgeschrieben, folglich es zweckmäßiger ist, daß statt einer schnell abgenutzten Schnur, ein Drahtzug in Anwendung kommt, und daher dasselbe als Auskunftsmittel immer beibehalten werden muß, welches man mit Beeinträchtigung der telegraphischen Correspondenz in Ersparung bringen zu können glaubte. Endlich

13. Wird dieses Läutesignal besonders in höheren Gegenden, wie in der Steiermark, wo die Luft-Electricität so oft die Apparate momentan in Bewegung setzt und wegen der intensiven Stärke des electrischen Stroms die Pole der Magnete verkehrt die sämtlichen Wächter öfter ohne Noth alarmiren, und sie zwecklos durch fruchtlose Abwartung des Zuges ihrer Arbeit entziehen, was gerade durch das Läutesignal vermieden werden wollte und als Vortheil herausgehoben ist.

Oben dieser Uebelstand kann, wenn der Wächter zweifeln kann, ob es ein zufälliges oder eine wirkliche Fahrt anzeigendes Signal sei, bei den sorgloseren Wächtern eine größere oder geringere Lauheit im Dienste herbeiführen, die nur durch ganz präzise Signalisirung vollkommen zu vermeiden ist.

Dies dürften die Schattenseiten dieses electrischen Läutesignals sein, welche bei den langen Bahnlinien um so bestimmter hervortreten, somit dem von uns vorgeschlagenen optischen acustischen Signalsysteme, dessen Vortheile genügend besprochen wurden, einen unbestreitbaren Vorzug einräumen dürften.

Wien, im September 1849.

Sch n i r ch.

Ueber den Widerstand der Zapfenreibung vom Oberbaurath F. v. Pauli.

(Aus dem Kunst- und Gewerbeblatte des polytechnischen Vereins für das Königreich Bayern, 35. Jahrgang 1849, 8. und 9. Heft, abgedruckt.)

(Mit einer Zeichnungsbeilage.)

Bei jedem rationellen Industriebetriebe ist es notwendig, jene Ausgaben genau in das Auge zu fassen, welche für die Fabricationsmittel und nicht für Rohstoffe erlaufen. Indessen da diese ihrer Natur nach als mehr oder weniger constant zu betrachten sind, so hängen die Ausgaben für die Erzeugungsmittel von den gewählten Einrichtungen oder Verfahrensweise ab.

Die Ersparungen, welche unbeschadet des Zweckes in diesem Theile der Ausgaben sich alljährlich machen lassen, repräsentiren, zu Kapital erhoben, dem Gewerbetreibenden den Betrag, um welchen das Geschäft mehr werth ist, indem ihm die Zinsen dieses Kapitals in den Ersparungen zufließen.

In der mechanischen Industrie, wo Werkzeuge oder Maschinentheile in tausendfachen Formen täglich in Bewegung sind, spielt die Reibung eine sehr beachtenswerthe Rolle. Nicht nur hängt von der guten Erhaltung der Zapfen und Lager oft der Erfolg der Maschinen ab, und ist der gute Bestand dieser Theile durch die anhaltende Reibung gefährdet: sondern es verschlingt auch nicht selten die Ueberwindung des durch die Reibung hervorgerufenen Widerstandes einen sehr beträchtlichen Theil der bewegenden Kraft. — In dieser zweifachen Hinsicht erscheint daher die Reibung als ein zehrendes Uebel, welches zwar vermindert, aber nie ganz beseitigt werden kann, und man nennt die auf die Zapfenreibung bei Maschinen verwendete Kraft eine verlorne Arbeit.

Bei dem Eisenbahntransporte zerfällt bekanntlich der Gesamtwiderstand nach seinen veranlassenden Ursachen in drei Hauptabtheilungen, in den der Schwere, den der Luft und den Widerstande der Reibung. Bei gleichen Verkehrsmassen nach beiden Richtungen und wenn die Steigungen der Bahn gewisse Grenzen nicht überschreiten, kann man bei der Erwägung des Gesamtwiderstandes von dem Widerstande der Schwere ganz Umgang nehmen. In diesem Falle beträgt nach den bisherigen Erfahrungen der Reibungswiderstand aller Zapfen $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ der reinen Zugkraft.

Dieses Verhältniß gab Veranlassung zu einer Reihe von Versuchen über Zapfenreibung, die den Gegenstand nachstehender Mittheilung bilden. Diese Versuche wurden in den Jahren 1847/48 in der k. Eisenbahnwagen-Bauanstalt zu Nürnberg unter der Leitung der beiden Maschinenmeister Werber und Hävel abgeführt, welche sich mit großer Ausdauer denselben hingaben.

Bekanntlich bestehen viele Recepte zu Legirungen für Metalllager, welche theils wegen ihres geringen Reibungswiderstandes, theils wegen ihrer Dauer von verschiedenen Seiten empfohlen worden sind. Der Zweck der angestellten Versuche nun war zu ermitteln:

a) welche Lagerlegirung bei schmiedeeisernen Zapfen den geringsten Widerstand erzeugen, und

b) bei welcher Legirung am frühesten eine zerstörende Erwärmung eintrete.

Im Verlaufe der bisherigen Betriebserfahrungen hatte die Vermuthung Raum gewonnen, es möchte die geringe Ausdehnung der in Angriff stehenden Lagerflächen an der zuweilen vorgekommenen Erhitzung der Zapfen einigen Antheil haben. Es wurde darum auch dieser Punkt in die Versuchsreihe gezogen, und zwar in der Weise, daß alle Versuche mit zwei Achsen angestellt wurden, deren Eine einen größeren, die Andere dagegen einen kleineren Zapfen hatte, indessen alle anderen Verhältnisse gleich waren. Es war eine weitere Aufgabe der Versuche:

c) zu ermitteln, ob durch eine geringe Vermehrung der gebrückten und sich reibenden Flächen, wirklich eine Verminderung des Reibungswiderstandes herbeizuführen sei.

Das erste Erforderniß zu diesen Versuchen war ein geeigneter Kraftmesser (Dynamometer). Der bis jetzt am meisten bekannte Dynamometer ist der Saum von Prony.

Mit diesem Instrumente wird die Arbeitsfähigkeit einer bewegenden Kraft gemessen, indem man sie durch die meßbare Arbeit eines Widerstandes ganz absorhirt. Im vorliegenden Falle sollte aber bei stunden- und tagelanger Andauer die Arbeit eines Widerstandes gemessen werden, welche möglicher Weise sehr wechseln konnte. Der Prony'sche Saum war deshalb hier nicht anwendbar. Als schicklichste Vorrichtung erschien der Spiralfeder-Dynamometer von

W h i t e. Das Princip dieses, wie es scheint, nicht sehr bekannten *) Dynamometers beruht in Folgendem:

Man denke sich eine Spiralfeder, gleich der einer Uhr, mit ihrem einen Ende an einer Achse, mit ihrem andern im Innern einer Rolle befestigt, welche concentrisch auf der Achse sich frei drehen kann. Steht nun einerseits mit der Achse irgend eine bewegende Kraft in Verbindung und andererseits mit der Rolle durch einen Treibriemen der Widerstand (hier die Versuchssache mit dem belasteten Zapfen), so ist klar, daß wenn die Achse ihre Bewegung beginnt, zuvörderst die Spiralfeder sich aufwickeln und spannen muß, bis der Grad ihrer Spannung und beziehungsweise die Spannung des Treibriemens der Kraft des Widerstandes gleich ist. Es ist ferner klar, daß während der ganzen Dauer der Bewegung, die Spannung des Treibriemens und beziehungsweise der Feder einen Maassstab abgibt für die momentane Größe der Widerstandskraft, und daß, wenn man die Geschwindigkeit des Treibriemens aus der Anzahl der Umdrehungen der Rolle in der Zeiteinheit kennt, man sofort durch die Multiplication der Ziffern für Kraft und Geschwindigkeit, als Product den Ausdruck für die in Thätigkeit stehende Arbeit erhält. — Nach dem Sage, daß die Arbeit der bewegenden Kraft stets der Arbeit des Widerstandes gleich ist, können wir auch von der auf diesem Wege ermittelten Arbeit der bewegenden Kraft auf die Größe der Widerstandskraft schließen. Im vorliegenden Falle ist nämlich aus dem Durchmesser und beziehungsweise dem Umfange des Zapfens und der Anzahl seiner Umdrehungen in der Zeiteinheit bekannt, welchen Weg jeder Punkt seiner Oberfläche in derselben Zeit zurücklegt. Wird nun der Ausdruck für die Arbeit durch die Ziffer für den Weg dividirt, so erhalten wir die Größe der Widerstandskraft an der Oberfläche des Zapfens.

Alles kommt bei diesem Apparate darauf an, die Spannung der Spiralfeder während des Ganges der Vorrichtung stets kenntlich zu machen. — Jede Veränderung in der Spannung der Feder setzt eine Verschiebung ihrer Endpunkte in deren gegenseitigen Stellung voraus, oder, da diese an der Achse und der Rolle befestigt sind, eine Veränderung in der Stellung der Rolle zur Achse. Zur ruhigen Beobachtung dieser Veränderungen ist es notwendig, dieselben bis außerhalb der rotirenden Theile fortzupflanzen. Dieses geschieht am einfachsten durch die Mitte der Drehungsachse. Zu diesem Ende ist in die Hauptachse und zusammenfallend mit der Drehungsachse eine kleine Oeffnung angebracht und in diese ein Stab eingepaßt, der sich leicht hinein und herauschieben, jedoch nicht drehen läßt, sei es, indem man die Oeffnung und den Stab viereckig macht, oder einfacher noch, indem man dem Stab einen Führungsstift gibt, der sich in einem Längenschlitz, der über das Lager hinaus verlängert Achse bewegt. Umgibt man nun diese Achsenverlängerung mit einem Cylinder, der an seinem einen Ende an der Spiralfeder befestigt, einen spiralförmigen Schlitz enthält, in welchen der Führungsstift gleichfalls eingreift, so muß dieser Stift und mit ihm der Stab sich vor- oder rückwärts bewegen, sobald eine Veränderung in der Stellung der Spiralfeder zur Achse vor sich geht. Läßt man das spitze oder mit einer kleinen Kugel versehene Ende des eingeschobenen Stabes auf den kurzen Arm eines Fühlhebels wirken, der vermöge seines Gewichtes sich immer an das Ende des Stabes anlegt, oder mit demselben durch ein Hohlkugelgelenk verbunden ist, so kann man jede Veränderung in der Stellung oder Spannung der Feder in beliebig großem Maassstabe an einem Grabbogen des Fühlhebels beobachten.

Der spiralförmige Schlitz im Cylinder muß nicht gleichförmig steigend sein; zur sicheren Beobachtung größerer Spannkraften ist es vielmehr besser, wenn die Steigung im Anfange der Federspannung schwach und später steiler angenommen wird.

Um den Grabbogen des Fühlhebels einzutheilen, stellt man die Hauptachse fest, hängt nach und nach eine Reihe von Gewichten an den Riemen der Federrolle und macht correspondirende Marken auf dem Grabbogen.

Nach dieser Auseinandersetzung des Principes bedarf die auf Blatt 16 gegebene Zeichnung des Versuchesapparates nur mehr wenige Worte zur Erläuterung.

Fig. 1 und Fig. 2 sind Längendurchschnitt und End-Ansicht des Dynamometers an sich, und

Fig. 3, dann Fig. 4 Längens- und End-Ansicht des ganzen Versuchesapparates zur Messung der Zapfenreibung;

Fig. 5 zeigt die Spiralfeder;

Fig. 6 die beiden Zapfen der Versuchssachsen.

*) In der Eisenbahnzeitung von 1849, Seite 317, beschreibt Hr. Ed. Schinz den von ihm erfundenen Dynamometer und bemerkt im Eingange, daß es bisher noch an einer einfachen Vorrichtung gefehlt habe, die Kraft zu ermitteln, welche jede einzelne Maschine einer größeren Fabrik absorbiert. — Herrn Schinz scheinen die beiden dazu ganz geeigneten Dynamometer des W h i t e unbekannt geblieben zu sein, welche derselbe in seinem New Century of Inventions, Manchester 1822 beschrieben hat. Der Dynamometer des Herrn Schinz hat sehr viele Ähnlichkeit mit dem Gewichtsdynamometer des W h i t e.

Es ist Eingangs schon bemerkt worden, daß zwei Achsen mit Zapfen von verschiedener Größe den Versuchen unterzogen wurden. Dieses geschah gleichzeitig. Aus diesem Grunde wurden auf einer Dynamometerachse zwei Spiralfederrollen aa mit Grabbogen hh an den beiden Enden aufgezogen, deren eine die vorliegende Versuchssache bewegte, die andere aber die rückwärtsliegende cc. Mittels der festen und leeren Rolle d und e wurde die Bewegung von einer Transmissionsachse auf die Dynamometerachse übertragen. A sind die beiden Hebel, mittels welchen die beiden Versuchssachsen c gleichmäßig belastet wurden, wie dieses später erörtert werden wird. Jede Versuchssache hatte eigentlich 3 Lager; die an dem Belastungshebel f, und jene dicht daran liegende waren es indessen, welche der Computation unterstellt wurden, da ein verhältnißmäßig höchst unbedeutender Druck das dritte Lager traf.

Wir gehen nun über zur speciellen Angabe der Dimensionen und Versuchesgegenstände.

Die beiden belasteten Zapfen der einen Versuchssache, welche wir mit K bezeichnen, hatten einen Durchmesser von 0.207 Fuß bair. und von einem Rande der beiden Endhohlkehlen zum andern, eine Länge von 0.412; die Zapfen der anderen Versuchssache, welche wir mit G bezeichnen, hatten einen Durchmesser von 0.232 und eine Länge von 0.5. Die Lager waren alle so konstruirt, daß sie nicht die volle Hälfte des Zapfens oder 180° umschlossen, sondern nur 120°; man kann daher die in reibender Berührung befindliche Fläche eines Lagers nach ihrer Projection auf eine Ebene, welche normal steht auf der Richtung des Druckes, bei der Achse K zu 7.386 bei der Achse G zu 10.046 bair. Decimal-Quadrat Zoll annehmen.

Es ist bereits oben bemerkt worden, daß bei Anfertigung der verschiedenen Metallager nicht eine systematische Folge von Legirungen eingehalten wurde; es dienten vielmehr mannigfaltige Recepte zu Anhaltspunkten. Die weiter unten folgenden Angaben werden indessen zeigen, daß das Sinn in den vorwärtigen Fragen eine wesentliche Rolle spielt. Wir werden daher die Legirungen nach ihrem Sinnegehalte ordnen und beziffern.

Bestandtheile der Lager.

Nr. der Legirung.	Nach Gewichtstheilen						Nach Procenten des Gesamtgewichts.					
	Zinn	Kupfer	Antimon	Zink	W ei	Wismuth	Zinn	Kupfer	Antimon	Zink	W ei	Wismuth
1	192	8	1	—	—	—	95.5	4.0	0.5	—	—	—
2	30	2	—	1	—	—	90.9	6.1	—	3.0	—	—
3	48	1	4	—	—	—	90.4	1.9	7.7	—	—	—
4	50	1	5	—	—	—	89.3	1.8	8.9	—	—	—
5	24	1	2	—	—	—	88.9	3.7	7.4	—	—	—
6	20	1	2	—	—	—	87.0	4.3	8.7	—	—	—
7	21	5	1	—	—	—	77.8	18.5	3.7	—	—	—
8	29	11	—	5	—	—	64.5	24.4	—	11.1	—	—
9	8	1	4	—	—	—	61.6	7.7	30.7	—	—	—
10	1	5	—	—	—	—	16.7	83.3	—	—	—	—
11	18	—	—	2	4	—	75.0	—	—	8.3	16.7	—
12	—	—	2	—	1	—	—	—	66.7	—	33.3	—
13	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	100

Die durch die Dampfmaschine getriebene Achse, auf welcher die Spiralfeder befestigt waren, machte 153 1/3 Umdrehungen in einer Minute. Die Rollen der Dynamometer hatten 1.5 im Durchmesser, jene auf den Versuchssachsen 1.0, so daß diese sich nahe 230 mal in der Minute umdrehten. Diese Umdrehungsgeschwindigkeit entspricht bei der allgemein üblichen Größe der Eisenbahnräder einer Fahrgeschwindigkeit von 11 Poststunden oder 5 1/2 deutschen Meilen in der Zeiteinheit, umfaßt daher die gewöhnlichen Vorkommnisse auf Eisenbahnen vollkommen.

Die stärkste Belastung, welcher ein Radzapfen ausgesetzt ist, kommt bei den vierrädrigen Güterwägen vor. Sie kann, wenn man 1/10 für ungleiche Vertheilung der Ladung hinzurechnet, im höchsten Fall 33 Zollcentner betragen.

gen. Die Hebel der Versuchsmaschine wurden daher so belastet, daß auf jeden Zapfen ein Gewicht von 33 Centnern ruhte.

Als Zapfenschmiere wurde gewöhnliches Maschinenöl genommen, um die Resultate der wirklichen Anwendung möglichst anpassend zu halten.

Wir werden sogleich sehen, daß die schädliche Erwärmung bei manchen Lagern ziemlich bald eintrat. Um überzeugt zu sein, daß hieran nicht etwa ein Constructionsfehler die Schuld trug, wurden solche Lager aufs Neue ausgeschliffen, und der Versuch wiederholt, wie denn überhaupt die ganze Reihe der Versuche mehrmals durchgeführt wurde. Bei diesen Gelegenheiten stellte sich heraus, daß das Zinn möglichst rein sein muß, deshalb zu empfehlen ist, zu den Lagern nur bestes englisches Blockzinn zu verwenden. Gewöhnliches käufliches Zinn wird stets ungünstigere Resultate liefern.

Nachdem diese Cautelen nach Ähnlichkeit berücksichtigt worden, stellten sich die Resultate fest, wie folgt:

Nr. des Lagers.	Zugkraft am Dynamometer bei dem Zapfen.		Zeit in Stunden bis zur schädlichen Erhitzung des Zapfens		Bemerkung.
	G.	K.	G.	K.	
1	22	48	2	1	Bei den Versuchen G Nr. 2, 3, 4 und 6 wurden die Zapfen und Lager gar nie warm, obschon während einer 11stündigen Arbeitszeit im Gange gehalten.
2	5	45	—	$\frac{1}{6}$	
3	7	35	—	2	
4	7	38	—	1	
5	40	75	$1\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	Wurden sehr heiß und auf der Oberfläche angegriffen. Die Zapfen sehr heiß und rauh.
6	12	12	—	$1\frac{1}{2}$	
7	22	57	$1\frac{1}{2}$	1	
8	38	62	1	$\frac{1}{3}$	
9	150	175	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	Nachdem die Zapfen in sehr wenigen Minuten heiß geworden, sind die Lager geschmolzen. Die Lager sind wegen Sprödigkeit leicht gebrechlich und darum unsicher. Zapfen und Lager stark angegriffen und erhitzt.
10	120	125	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	
11	—	—	—	—	
12	60	75	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	
13	115	125	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$	

Es ist bekannt, daß bei Versuchen in so großem Maßstabe selten eine Stetigkeit in den Resultaten der Beobachtungen erzielt wird, selbst wenn ein mathematisches Gesetz demselben zu Grunde liegt. Hier machte sich jeder Moment am Fühlhebel des Dynamometers kenntlich, wo das Del nicht in hinreichender Menge auf die gleitenden Flächen sich verbreiten konnte; insbesondere schwankte der Dynamometerzeiger für die Achse K, so daß die vorgetragenen Zahlen nur dem geschätzten Mittel der Zeigerbewegungen entsprechen.

Man konnte, während der Apparat im Gange war, die lebhafteste Ueberzeugung gewinnen, daß die größere Reibung bei den Zapfen K einzig daher rührte, daß das Del durch den großen Druck von der verhältnismäßig kleinen Berührungsfäche verdrängt wurde.

Zur wissenschaftlichen Erschöpfung des Gegenstandes, zur Lösung aller Fragen erübrigt noch ein weites Versuchsfeld. — Denn

- 1) sind die Einzelmetalle bezüglich ihrer Reinheit, oder die Legierungen im Ganzen chemisch nicht weiter untersucht worden, indessen hierauf ziemlich viel anzukommen scheint;
- 2) wurden die Versuche nur bei einerlei Druck und Geschwindigkeit gemacht.
- 3) Zur Bestimmung der Gränze und beziehungsweise des Druckes auf den Quadratfuß Lagerfläche, bei welchem das Schmiermittel nicht mehr entsprechend auf der Reibungsfläche sich erhalten kann, wäre es nothwendig, eine größere Anzahl von Achsen mit verschiedenen Zapfengrößen in den Kreis der Versuche zu ziehen.
- 4) Hier wurde nur einerlei Schmiermittel angewendet, nämlich Del: möglich ist es, daß andere bereits vorgeschlagene oder angewendete Mittel ganz abweichende Resultate ergeben würden.
- 5) Um bei schwankenden Zugkräften die wahre mittlere Kraft, oder die gesammte Arbeit des Widerstandes, in einer gegebenen Zeit zu erheben, müßte der Apparat in Etwas anders construirt werden.

Unvollständig, wie diese Versuche sonach auch sind, so geben sie doch für die Praxis schätzbare Andeutungen. Hier begnügt man sich in den meisten Fällen mit der Ueberzeugung, daß unter den ungünstigsten Voraussetzungen ein gewisses Mittel sich am besten bewährt hat, und zweifelt nicht, daß Gleiches auch bei günstigeren Verhältnissen der Fall sein wird, wenn auch der Grad des Vorzuges sich ändert.

Um eine vergleichende Uebersicht von Versuchsergebnissen zu bilden, ist es am zweckmäßigsten, dieselben graphisch darzustellen, was in Fig. 7, geschehen ist. Die wagrechte Linie a b ist in 100 Theile getheilt und immer an jenen Punkten von senkrechten Linien durchschnitten, welche dem Zinngehalte der Legierungen nach Prozenten des Gesamtgewichtes entsprechen. Auf diese Perpendikel sind der Ordnung nach die Versuchsergebnisse nach einem beliebigen Maßstabe aufgetragen, und zwar oberhalb der Wagrechten die Zugkräfte am Dynamometer wie sie vorstehende Tabelle gab, und unterhalb die Bestandtheile der Legierung nach Prozenten, zuerst Zinn, dann Kupfer, dann Antimon oder Zink. — Verbindet man die zusammengehörigen Punkte der einzelnen Perpendikel, so wird das Feld unterhalb der Wagrechten, also das der Legierungsbestandtheile in 3 Streifen getheilt: der erste, der des Zinnes, nimmt gleichmäßig ab, weil auch die Entfernung der Perpendikel im Verhältniß zum Zinngehalte stehen; der zweite und dritte Streifen wechseln in der Dicke, weil, wie bereits eingangs erwähnt, nicht ein stetig sich änderndes Verhältniß, sondern mehr zufällige Mixturen zu Grunde lagen.

Das obere Feld drückt, wenn die dem großen Zapfen angehörigen Punkte untereinander verbunden sind und ebenso die des kleinen, zwar bildlich nur das selbe aus, was auf der zuletzt gegebenen Tabelle in Ziffern zu lesen ist; allein folgen die dargestellten Zahlenwerthe irgend einem Gesetze, so spricht sich dieses auffallender, lebendiger in der graphischen Darstellung aus. Uebersehen darf in dem vorliegenden Falle nicht werden, daß wie bei allen Darstellungen von Versuchsergebnissen, von Beobachtungen die möglichen Beobachtungsfehler das Bild verzerren. Wo es nicht darauf ankommt, die Gesetze in mathematische Ausdrücke zu fassen, nach welchen die Ergebnisse sich ordnen, begnügt man sich damit, zwischen den zusammengehörigen Beobachtungspunkten hindurch eine möglichst stetige vermittelnde Linie zu ziehen, wie wir dieses durch die Linie g g für den großen Zapfen und durch k k für den kleinen Zapfen gethan haben.

Außer den Beobachtungsfehlern mögen hier noch andere Umstände auf die Verzerrung des Bildes gewirkt haben. Wir haben eben bemerkt, daß das Zinn den Haupteinfluß auf die Größe des Widerstandes gehabt zu haben scheint; unmöglich können wir aber die übrigen Bestandtheile als indifferent betrachten. Da nun, wie aus dem die Mischung darstellenden Felde zu ersehen, die Menge von Kupfer und Antimon oder Zinn nicht nur im Verhältniß zum Ganzen, sondern auch im gegenseitigen Verhältnisse der beiden genannten Metalle sehr abweichend ist, so dürfte auch dieser Umstand eine Verzerrung des Bildes veranlassen. Ob die Metalle, aus welchen die Legierungen angefertigt, stets gleich rein waren, müssen wir ebenfalls dahin gestellt sein lassen, da sie nicht chemisch geprüft wurden. Auch ist es endlich denkbar, daß von Seiten des Gießers ein Versehen in der Composition statt gefunden.

Nehmen wir vorläufig von den Ursachen der einzelnen Abweichungen Umgang und verfolgen wir die Mittellinien g g und k k, so dürften sich als nicht zu bezweifelnde Ergebnisse darstellen:

- 1) Der kleine Zapfen veranlaßte durchgehend einen größeren Reibungswiderstand als der große.
- 2) der geringste Widerstand ist bei 90 % Zinngehalt; dafür sprechen die Legierungen Nr. 2, 3 und 4. Beträgt das Zinn mehr als 90 %, wie bei der Probe Nr. 1, so scheint die Composition zu weich zu werden; in dem Maße wie der Zinngehalt weniger wird als 90 %, nimmt der Widerstand zu. Hiernach blieben für Kupfer und Antimon 10 % übrig.
- 3) Kupfer und Antimon dürfte, den Legierungen Nr. 3 und 4 folgend, zu 2 und 8 Prozent anzunehmen sein.
- 4) Ein starkes Vorwalten des Antimon in der ganzen Mischung, wie bei der Legierung Nr. 9 mit 30 Prozent, erhöht den Reibungswiderstand beträchtlich, indessen ein Uebermaß von Kupfer, wie bei den Legierungen Nr. 7 mit 18.5 Prozent und Nr. 8 mit 24.4 Prozent, keine auffallende Abweichungen veranlaßt.
- 5) Antimon und Zink scheinen sich gegenseitig zu vikariren, so daß das eine Metall anstatt des anderen ohne wesentlichen Nachtheil genommen werden darf, wie aus den Proben Nr. 2 und 8 hervorgeht.
- 6) Außer der unter 4 bereits erwähnten Abweichung der Legierung Nr. 9, kommen nur noch zwei Fälle vor, wo die Messungsergebnisse mit der in der graphischen Darstellung gegebenen Scala nicht harmoniren. Die Legierung Nr. 5 zeigt sowohl in der Zeit bis zur schädlichen Erwärmung als auch in den Widerständen beider Zapfen sich sehr ungünstig. Vielleicht daß hier ein Versehen in der Mischung vorging. — Ebenso auffallend ist der Widerstand des kleinen Zapfens bei der Legierung

Nr. 6. — Von 20 Beobachtungen stimmen die übrigen 15 so gut mit der gezeichneten Scala überein, als man es unter den gegebenen Umständen nur erwarten kann.

Die auf Grund dieser Resultate bei der königl. Wagenbauanstalt angenommene Lagerlegirung besteht aus 90 Prozent Zinn, 2 Prozent Kupfer und 8 Prozent Antimon und hat bisher bezüglich der Dauer, des leichten und kalten Ganges allen Erwartungen entsprochen.

Die dritte Frage, deren Lösung ein Zweck der Versuche war, ob nämlich durch eine Vergrößerung des Zapfens und beziehungsweise der belasteten sich reißenden Flächen die Wahrscheinlichkeit der schädlichen Erwärmung sich vermindern lasse, findet sich durch das bereits Mitgetheilte, vollständig bejahend beantwortet. Es ist durch diese Versuche weiter auf das Ueberzeugendste nachgewiesen, daß der Reibungswiderstand nicht allein im Verhältniß zum Druck steht, wenigstens nicht außerhalb gewissen Grenzen. Denn bei dem großen Zapfen war die Belastung ganz gleich mit der bei dem kleinen. Wäre die durch die gleitende Reibung hervorgerufene Widerstandskraft nur von dem Drucke abhängig, so hätte sie hier bei beiden Zapfen gleich sein, und vermöge des längeren Hebels, an welchem sie bei dem großen Zapfen wirkte, an dem Dynamometer die Inanspruchnahme einer größeren bewegenden Kraft zeigen müssen. Es ist aber gerade das Gegentheile der Fall, und es läßt die zweite und dritte Spalte der zweiten Tabelle erkennen, daß der große Zapfen im Durchschnitt um 27 Prozent weniger Kraft zur Bewegung in Anspruch nahm als der kleine, und bei den Compositionen, welche wir oben als die günstigsten bezeichnet haben, sogar nur $\frac{1}{5}$.

Die Dimensionen des Dynamometers und die relativen Geschwindigkeiten, welche wir bereits oben angegeben haben, setzen uns in die Lage für jeden Versuch den Reibungscoefficienten abzuleiten. Da die Arbeit (das Product aus Kraft und Weg) der bewegenden Kraft, gleich der Arbeit der Widerstandskraft ist; da ferner der Riemen zwischen dem Dynamometer und der Versuchssache in der Secunde einen Weg machte von 12·163 Fuß, die Oberfläche des großen Zapfens aber einen Weg von 2·78 und die des kleinen einen Weg von 2·48 Fuß; da endlich der Widerstand bei jeder Zapfenart herrührt von dem zweimal vorkommenden Druck von 33 Zollcentner, und man von der geringen Reibung des dritten Zapfens jeder Achse abstrahiren kann, so erhält man den Reibungscoefficienten in Prozenten der Belastung für den großen Zapfen, indem man die zugehörigen Angaben des Dynamometers mit $\frac{12 \cdot 163}{2 \cdot 78 \times 66 \cdot 00} = 0 \cdot 06629$ multipliziert, und jene für den kleinen, durch Multiplication mit $\frac{2 \cdot 48 \times 66 \cdot 00}{12 \cdot 163} = 0 \cdot 07429$.

Auf diesem Wege erhält man nachstehende Tabelle:

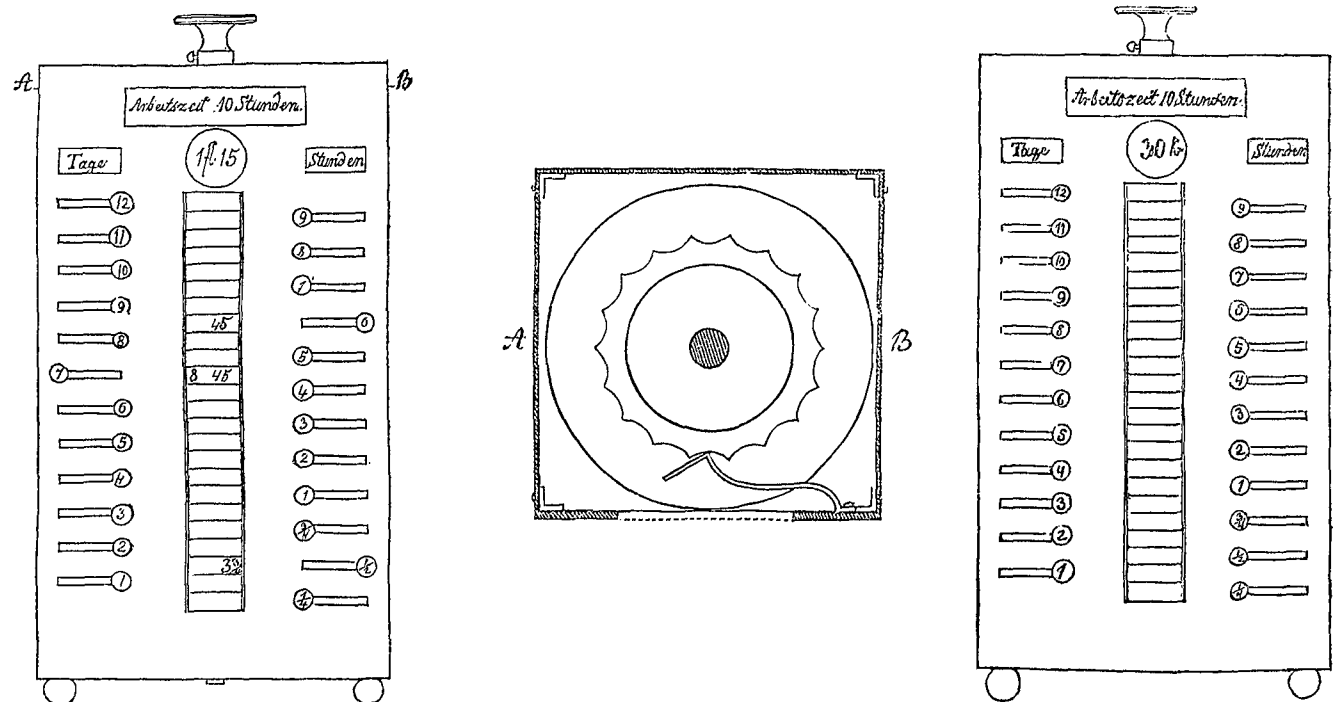
Nr. des Lagers	Reibungscoefficient in Pro- centen der Belastung	
	Z a p f e n	
	G.	K.
1	1.458	3.566
2	0.331	3.343
3	0.464	2.600
4	0.464	2.823
5	2.652	5.572
6	0.795	0.891
7	1.458	4.234
8	2.519	4.606
9	9.943	13.000
10	7.955	9.286

Diese Zusammenstellung lehrt uns noch zweierlei, nämlich:

- 1) Versteht man unter Tragfläche die Projection der wirklich tragenden gekrümmten Fläche auf eine Ebene, die normal steht auf der Richtung des Druckes, so trafen auf den Decimalquadrat = Zoll Tragfläche bei dem großen Zapfen 328·6 Zolllpfunde, bei dem kleinen 446·80 Zolllpfunde. In Folge des um 36% vermehrten Druckes stieg der Reibungscoefficient im Durchschnitt bei den verschiedenen Lagerlegirungen um 78%.
- 2) Durch ein passendes Verhältniß zwischen dem Druck der Zapfengröße läßt sich die Reibung sehr beträchtlich unter die bisherigen Annahmen zurückführen. Wir erinnern in dieser Beziehung, daß in dem jüngst erschienenen Buche von Weissbach Seite 407 — 408 *) der Reibungscoefficient bei Lagern aus Bronze, schmiedeeisernen Zapfen und ununterbrochener Schmiere zu 5·4% angegeben ist.

*) J. Weissbach, der Ingenieur, eine Sammlung von Tafeln, Formeln etc. für Maschinen u. s. w. Braunschweig bei Vieweg 1848.

Zeichnung der in Nr. 17, Seite 144 beschriebenen Tax = Maschine.



Wächter №1.

Fig. 6.

№2.

№3.

№4.

№5.

№6.

№7.

№8.

Fig. 1.

Fig. 4.

Fig. 2.

Fig. 5.

Fig. 3.

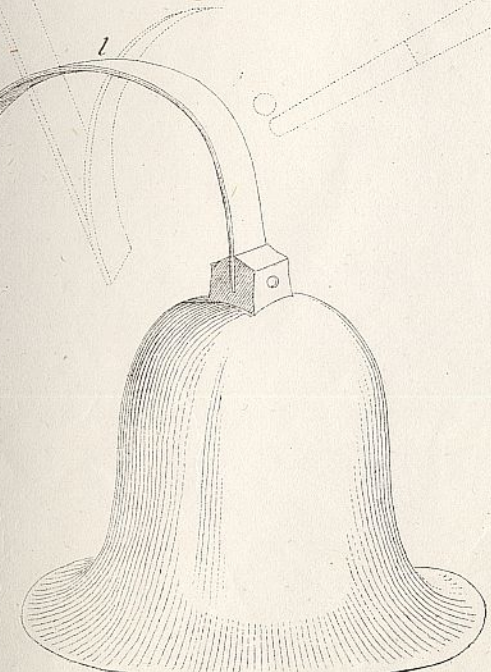
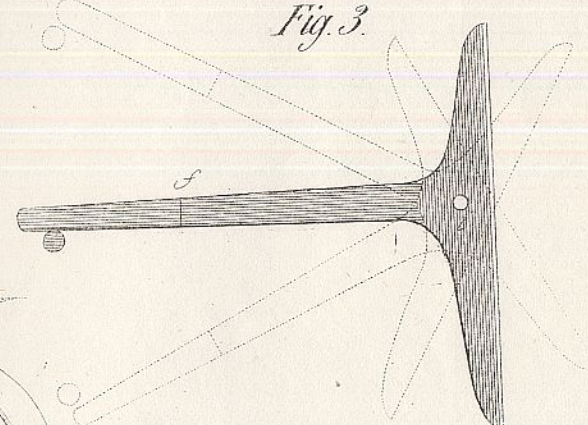
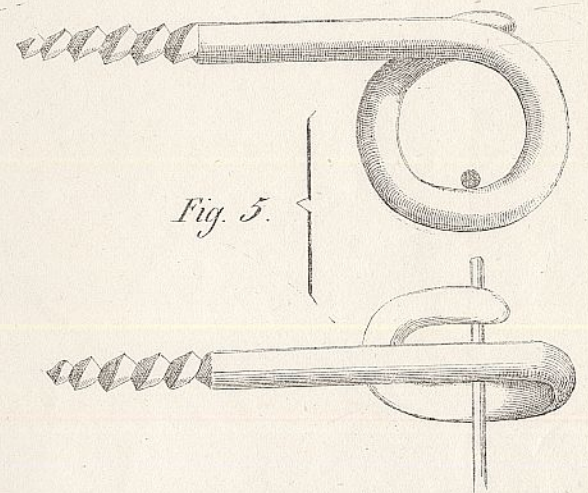
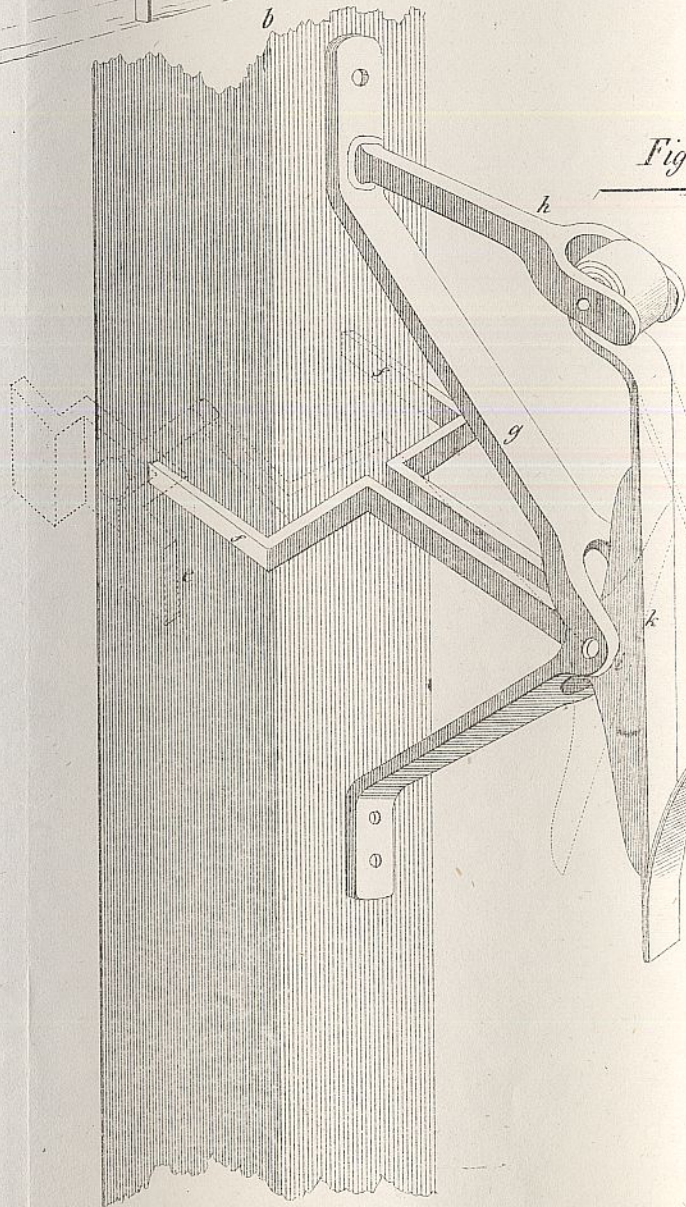
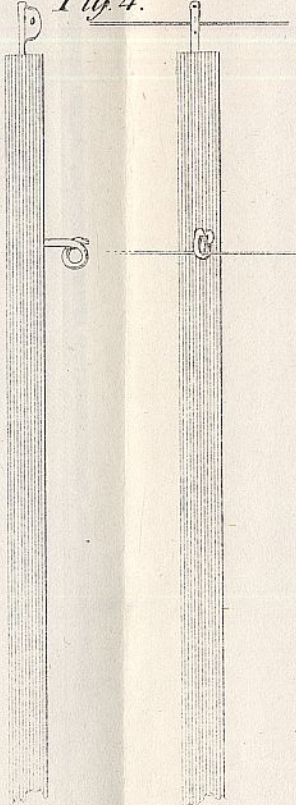
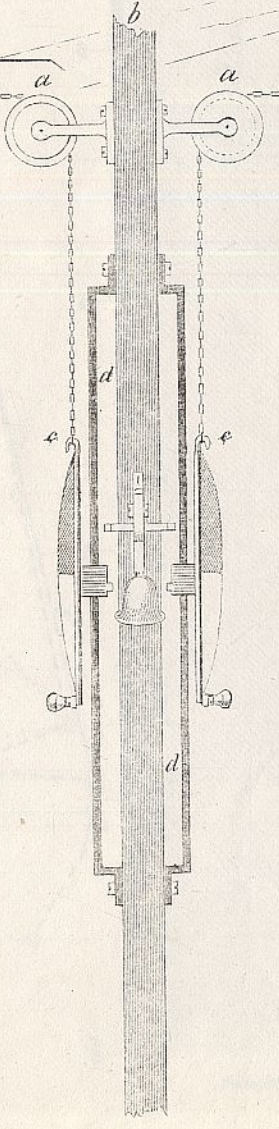
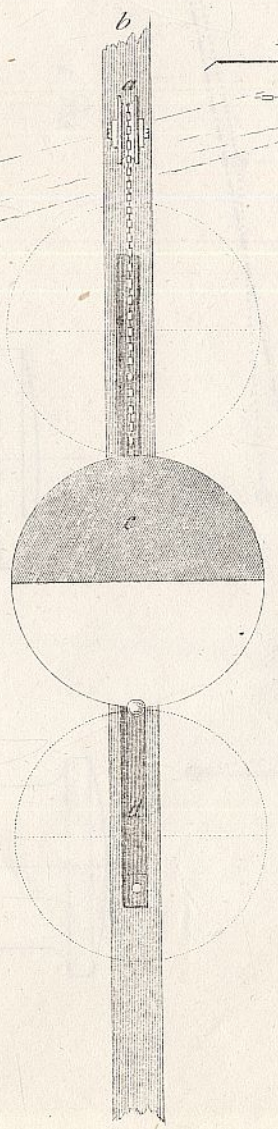
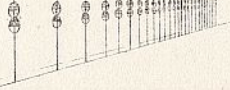
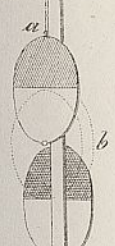
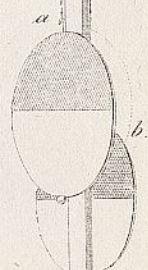
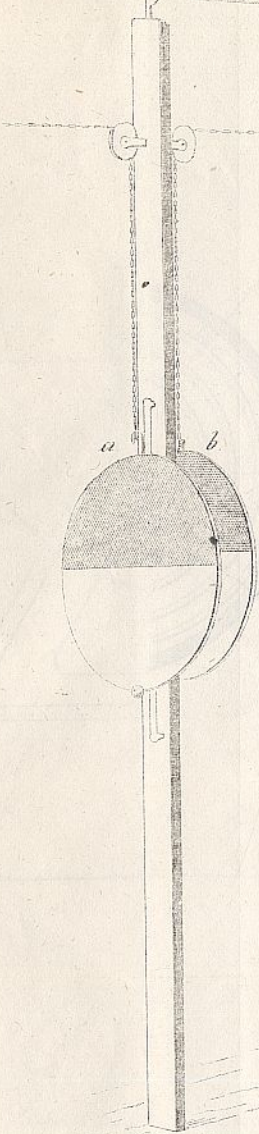


Fig. 2.

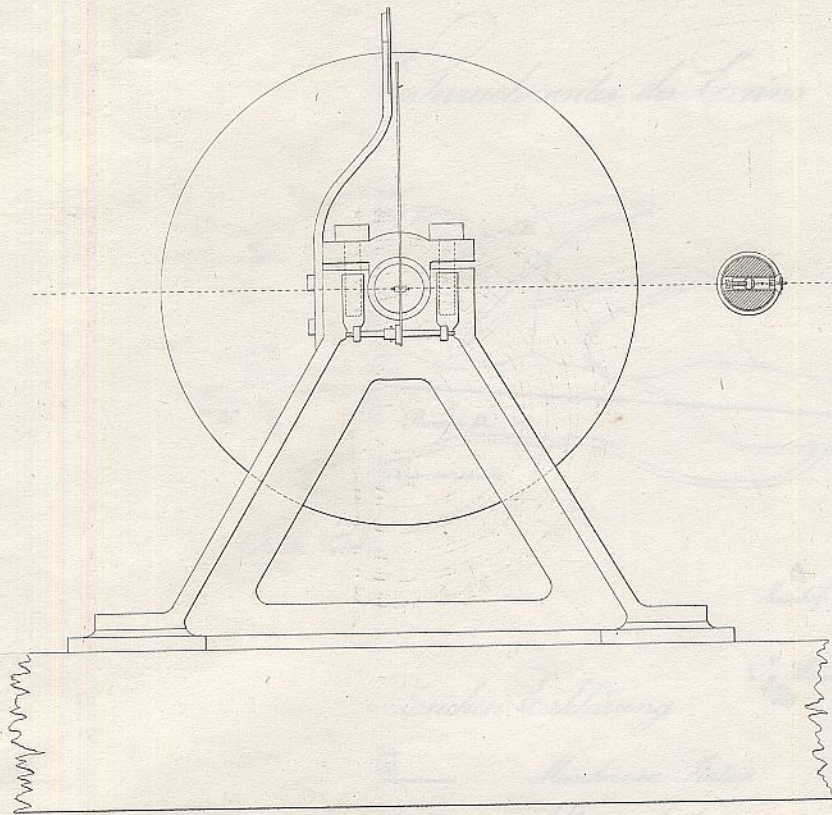


Fig. 1.

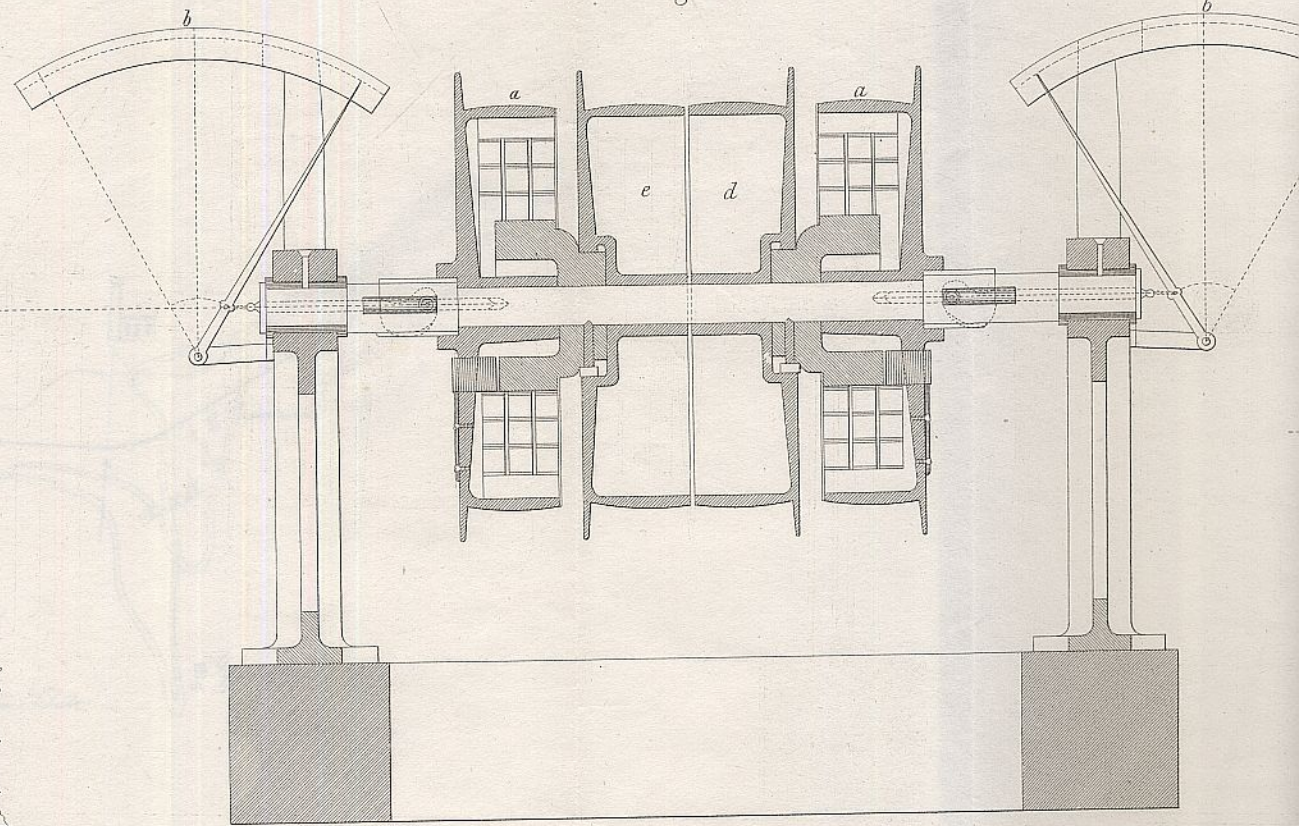


Fig. 4.

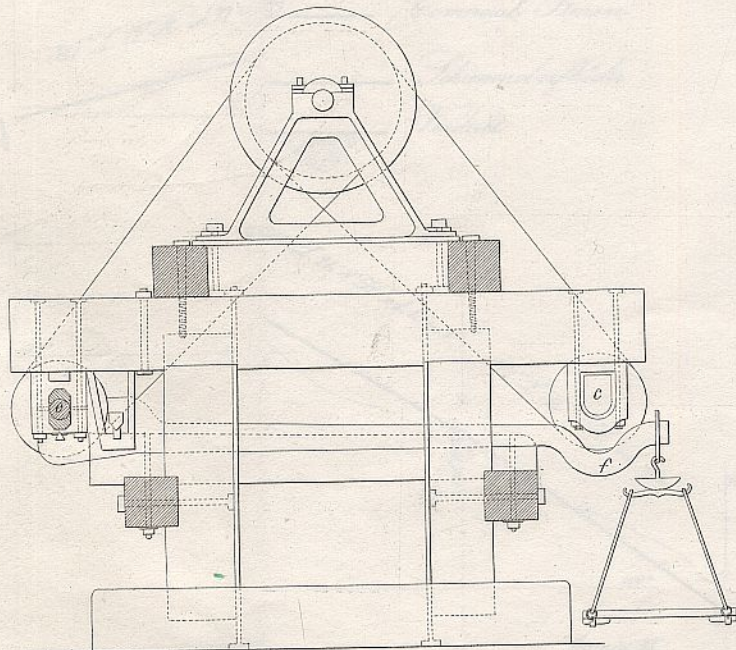


Fig. 3.

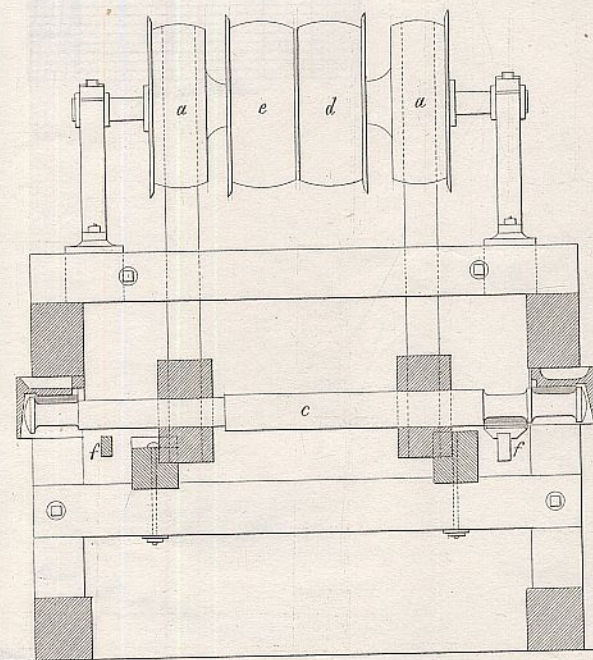


Fig. 6.

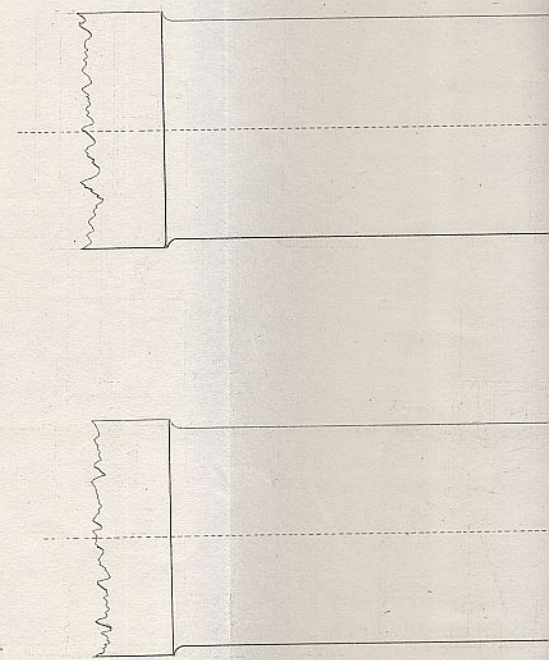


Fig. 1.

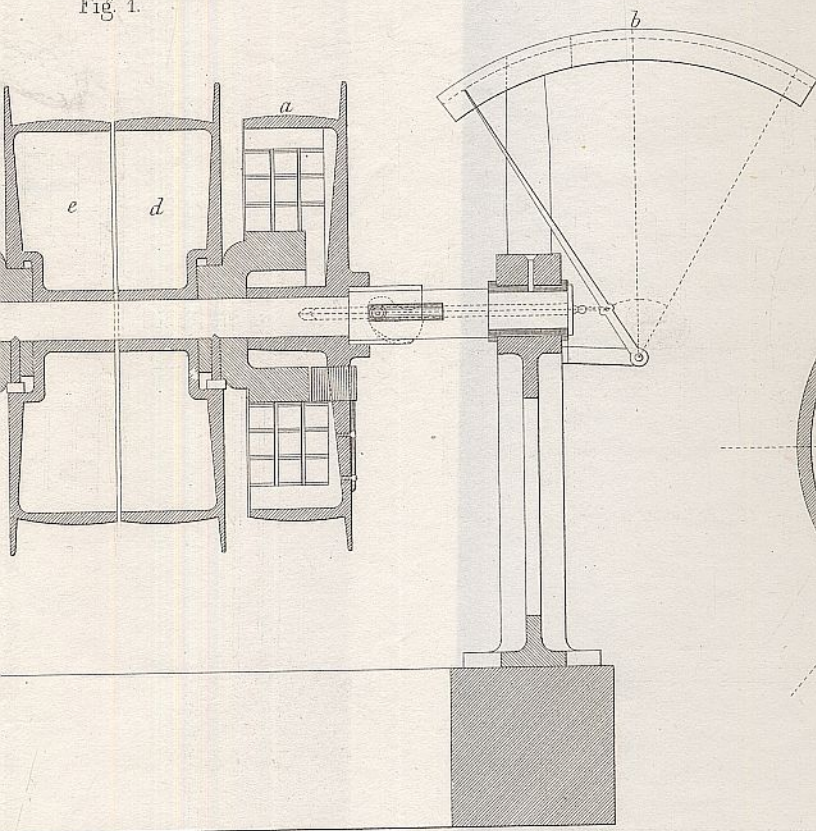


Fig. 5.

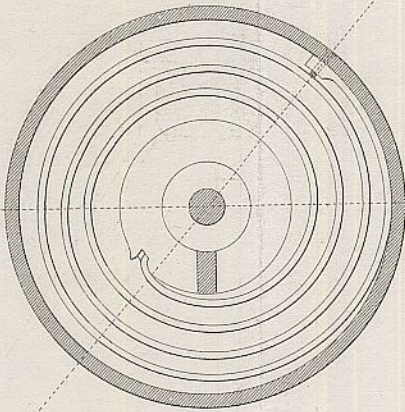


Fig. 6.

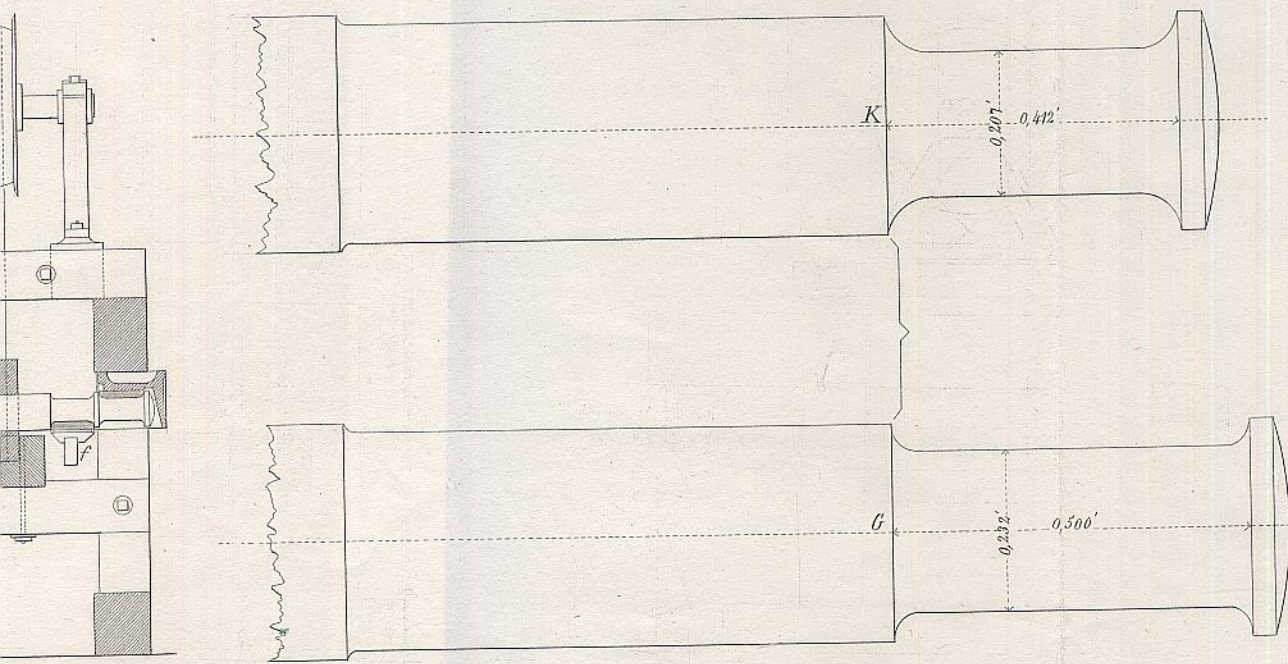


Fig. 7.

